

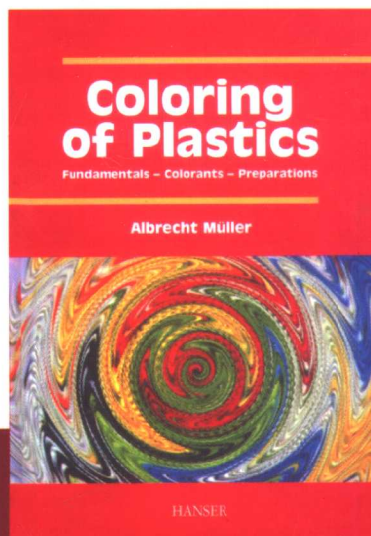
塑料着色

[德] 阿尔布雷希特·米勒 著

乔 辉 赵秀英 等译

吴立峰 王显敏 审校

Chemical Industry Press



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

塑料着色

[德] 阿尔布雷希特·米勒 著

乔 辉 赵秀英 等译

吴立峰 王显敏 审校



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

塑料着色 / [德] 米勒 (Müller, A.) 著; 乔辉等译. 北京:
化学工业出版社, 2004. 8
书名原文: Coloring of plastics
ISBN 7-5025-6001-7

I. 塑… II. ①米…②乔… III. 塑料着色 IV. TQ320.67

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 074689 号

Coloring of plastics by Albrecht Müller
ISBN 1-56990-352-2

Copyright © 2003 by Carl Hanser Verlag. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by Carl Hanser Verlag.

本书中文简体字版由 Carl Hanser Verlag 出版公司授权化学工业出版社独家出版发行。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2004-0415

塑 料 着 色

[德] 阿尔布雷希特·米勒 著

乔 辉 赵秀英 等译

吴立峰 王显敏 审校

责任编辑: 白艳云 杜春阳

责任校对: 王素芹

封面设计: 潘 峰

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

http: // www. cip. com. cn

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 12½ 字数 221 千字

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6001-7/TQ·2049

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序 言

书名《塑料着色》明确指出了本书所覆盖的两个主题：色彩和塑料。

色彩有着悠久的历史，有色矿物早在史前就被用于岩石与洞穴的着色，后来又用于陶瓷等手工艺品以及家用制品的装饰。20 世纪几个世界著名的化学公司开始生产纤维着色用染料。随后的几十年里，这些公司发展壮大并开拓了新的产品领域，其中之一是塑料。

20 世纪初，塑料这个词最初用来表示改性的天然聚合物。后来，很多合成法生产的聚合物都被称为塑料。现在，塑料既是非常著名的也是非常重要的原材料，对于现代社会来说，没有塑料是难以想像的。娱乐行业是个主要例子，塑料材料可用于 CD、VCD 碟片和照相机的生产。此外，塑料材料的使用可使许多工业制件和日用品微型化，这些部件要求质轻并易于加工，这两点对于消费者来说十分重要。用塑料代替金属，使得许多产品设计具有了技术及经济上的可行性。

塑料着色也涉及其他领域，如加工设备制造、加工工艺、原材料及最终产品的质量保证、原材料的毒理学、着色剂加到塑料制品过程中处理所有组分的法规，塑料制品在特殊应用中的安全使用。由于这些不同的领域是相关的，因此在为用户开发着色剂时，必须予以综合考虑。只有这样，用户才会对着色剂和最终制品满意。

本书最先在德国出版，书名为《塑料着色》。英译本经过了修改并加入了美国市场的内容，尤其是涉及了法律的某些规则和条款。塑料着色的原理是世界通用的，包括了毒理学及生态学方面的考虑，评价性能的标准方法、法律条款、应用的测试设备等。这些内容基本一致，主要

在细节上有所不同。着色剂的选择不仅取决于着色剂制造商的服务，还取决于经济因素，所以对于一些特殊应用来说，选用哪种特殊的着色剂通常取决于所处的国家。

我要特别感谢 Jackie Powell 女士在我修改英译过程中，给予我最珍贵的帮助。

Albrecht Müller

译者前言

随着国内塑料制品档次的不断提高，色母粒着色技术已在很多的聚合物品种中得到应用。国内除吴立峰教授主编的几本专著外，关于塑料着色方面的专著还不多。本书的出版正好填补了这一空白。本书是一本介绍塑料着色的专著，其鲜明的主题正如其序言所说，塑料与着色。围绕这两个主题，本书介绍了塑料着色的发展历史；提出了着色制剂必须达到的要求；将塑料着色制剂进行了基本分类；详细地介绍了聚合物用着色剂的结构与性能；简要介绍了着色制剂中的各种添加剂；又从加工、质量保证、模具结构等方面对着色制剂提出了要求；最后介绍了与着色制剂相关的法律法规。纵观全书，内容丰富全面，详略得当，通俗易懂，不仅对从事塑料着色的专职科研人员、高等学校相关专业的教师及学生有重要的参考价值，而且对色母粒相关的生产与销售人员的也是非常有价值的专业读物。

本书的翻译工作主要由北京化工大学的乔辉、赵秀英承担，北京化工大学的吴立峰教授和瑞士科莱恩国际有限公司北京办事处的王显敏先生审校。参与初期翻译工作的还有北京化工大学材料科学与工程学院的研究生李郁、本科生刘璞敬、张珍、刘忠磊、赵晓龙、刘妍等同学。

《塑料着色》一书由化学工业出版社引进，上海捷虹化工（集团）有限公司和香港毅兴行有限公司赞助出版。上海捷虹化工（集团）有限公司是中国最大的酞菁颜料生产公司，拥有先进的生产技术和严格的质量控制体系，产品通过了ISO 9000 质量认证体系及SGS 国际通标认证，广泛用于油漆、油墨、塑料、印花色浆等行业并远销美国、日本等多个国家和地区。香港毅兴行有限公司是中国香港和中国内地规模最大的塑胶原料供应商及色母制造商之一，并在上海、东莞、青岛设有现代化工

厂，其主要产品色母粒、工程塑料以其卓越的品质广泛应用于电器、包装、汽车、建材、交通、电信等领域。部分产品已取得 FDA、EN71、UL 等国际认证。捷虹公司和毅兴行多年来始终致力于我国色母粒行业的发展，本书的出版，是对我国色母粒行业发展的又一贡献。在此，谨向上海捷虹化工（集团）有限公司和香港毅兴行有限公司表示由衷的感谢。

最后，由于译者水平有限，译本中欠妥及疏漏之处在所难免，敬请专家和读者予以指正。

译者

2004 年 7 月

目 录

第 1 章 绪论	1
第 2 章 塑料着色方法	2
第 3 章 对着色制剂的要求	4
3.1 化学稳定性	5
3.2 耐迁移性	7
3.3 收缩/翘曲	8
3.4 毒理学	10
3.4.1 急性毒性	11
3.4.2 慢性毒性	12
3.4.3 诱变性	12
3.4.4 胚胎毒性	12
3.4.5 生殖试验	12
3.4.6 生态学	13
3.5 热稳定性	13
3.6 耐光牢度/耐候性	16
3.6.1 着色剂的化学性质	18
3.6.2 着色剂的浓度	19
3.6.3 聚合物的类型和品级	21
3.6.4 添加剂	22
3.6.5 加工参数	22
3.6.6 辐照强度	22
3.6.7 环境温度	23
3.6.8 环境因素	24
第 4 章 着色制剂的组成	25

4.1 颜色作为设计元素	25
4.1.1 色觉基础	25
4.1.2 同色异谱	26
4.1.3 颜色的使用	27
4.2 着色制剂的种类	28
4.2.1 颗粒着色制剂——色母粒	28
4.2.2 液体着色制剂	31
4.2.3 粉末着色制剂	33
4.2.4 着色制剂的价值	34
4.3 聚合物的类型及其加工	35
4.3.1 聚合物的类型	35
4.3.2 可生物降解聚合物	38
4.4 着色剂	40
第5章 聚合物用着色剂	44
5.1 无机颜料	44
5.1.1 白色颜料	47
5.1.2 黑色颜料	54
5.1.3 彩色颜料	59
5.1.4 珠光颜料	71
5.1.5 金属颜料	73
5.1.6 导电颜料	76
5.1.7 激光标记颜料	77
5.1.8 其他无机颜料	79
5.2 有机颜料	80
5.2.1 偶氮颜料	82
5.2.2 杂环颜料	106
5.2.3 杂类颜料	119
5.3 染料	126
5.3.1 蓝色染料	132
5.3.2 棕色染料	134
5.3.3 黄色染料	134
5.3.4 绿色染料	137

5.3.5 橙色染料	138
5.3.6 红色染料	139
5.3.7 紫色染料	141
5.3.8 黑色染料	142
5.4 效果着色剂	142
5.4.1 日光荧光颜料	143
5.4.2 荧光增白剂	144
5.4.3 斑点效果颜料	146
5.4.4 热敏颜料	146
5.4.5 大理石母粒	147
 第 6 章 聚合物添加剂	 149
6.1 抗菌剂	149
6.2 抗静电剂	150
6.3 阻燃剂	152
6.4 填料	153
6.5 分散剂/润滑剂/脱模剂	154
6.6 成核剂	155
6.7 稳定剂	156
6.8 发泡剂	160
6.9 增塑剂	160
 第 7 章 加工中的问题及解决方法	 162
 第 8 章 质量保证	 166
 第 9 章 模具结构	 170
 第 10 章 法规	 171
10.1 消费品：定义和要求	172
10.2 玩具的安全	173
10.3 对消费品组分的要求	174
10.3.1 聚合物	175

10.3.2 着色剂.....	175
10.3.3 添加剂.....	178
参考文献	180
索引	184

第 1 章 绪 论

我们所处的环境到处充满五彩缤纷的色彩，这些色彩有的来自动植物的天然颜色，有的来自合成的着色衣物、着色家具以及不计其数的着色日用品。

我们日常生活中所用的许多东西都是用彩色塑料制造的。尽管有关的技术标准早已实施，但在塑料着色领域中，仍一次又一次地出现疑问、问题和错误。考虑到原料（塑料和颜料）的复杂性，法规、规章的差异，以及不同顾客的特殊需求，出现上述情况是不足为奇的。尤其是对于顾客的特殊需求来说，由于有些需求之间是相互矛盾的，有些需求又难以得到满足，所以颜料商必须与客户进行磋商。

经验表明，塑料加工商对着色制剂的复杂性知之甚少，同样，颜料商的塑料加工知识也十分有限。因此两者之间信息的充分交换是非常重要的。通过这样的方式，可以明显增进相互的理解，从而使得双方的产品都有可能达到更高的质量标准。

以下章节将从各个方面对塑料着色进行详细阐述。本书的重点是塑料和着色剂及它们的特性，以及它们之间的相互作用。众所周知，有些相互作用会对某些性能带来不利影响，因此避免这些相互作用是十分重要的。

所有的着色剂都列于全球通用的颜色索引中，而这些颜色索引并未标明着色剂的化学性质。因此，应该有这方面的详细描述。对于配色者来说，了解着色剂的化学性质是非常重要的，这样就能够对着色剂的重要性质做出直接评价。正是这一原因，作者基于已公开发表的数据，对每一种着色剂的化学性质进行了阐述。

与其他领域一样，塑料着色也必须遵循相关的法律、法规和规章。曾经有过这种情况：成功使用了多年的某种着色剂，由于有了新的毒理学数据及有害于环境的证据，在一夜之间被禁止使用。典型的例子是铅系和镉系颜料，还有特殊的双偶氮二芳基颜料和偶氮染料。

没有对着色理论和颜色感知的阐述，本书将是不完善的。但由于存在大量的有关此题目的文献，本书只对一些主要的专题^[1,2]进行阐述。

第 2 章 塑料着色方法

为了对制品进行着色，塑料加工者可选择两种不同的生产路线：本体着色法或着色制剂法。两种方法在技术和经济上有各自的优缺点。

使用本体着色法，能够很好地保证塑料制品在长期使用过程中的力学强度、满足材料的阻燃要求或作为电子元件的其他要求。这种方法在加工具有特定用途的元器件方面尤为有效。在这种情况下，颜色的细微变化并不特别重要，因为根据国际标准，颜色已按确定的比例固定下来。对于以上应用领域本体着色法比较有优势。所有的塑料原料制造商都能在其产品范围内提出标准的颜色等级。此外，如果订购量足够大，制造商有利可图，他们还会为客户提供配色服务。满足这种要求的主要原因在于，塑料原料制造商希望制品加工商将他们的颜色作为一种市场工具。近来，为顾客量身配置颜色的最小用量在明显增大，而且将来还会进一步增加。由于这种最小用量的增加，塑料制品加工商越来越难以在能接受的价格范围内得到所需要的颜色。作为另一种选择，可以采用着色剂法来替代本体着色法。着色剂的生产商会看到这个不断增长的趋势。

本体着色塑料的缺点与优点如下所述。

① 缺点

- 价格昂贵
- 运送期限长
- 储藏相当昂贵
- 只有标准化的颜色才能使用
- 如果客户提出配色要求，则必须满足一个最小用量
- 剩余物料不易处理

② 优点

- 颜料分散性最好
- 不需要附加设备
- 性能有保证
- 如果发生投诉，由于往往只针对一家供应商，因此更容易得到处理

日用塑料制品的制造中存在一种完全不同的情况。在消费品中，宜人的颜

色起着非常重要的作用。由于时尚总是在发生变化,这些制品的颜色每年也会随之改变。只有通过使用着色制剂,塑料的颜色才能灵活地足以跟得上快速变化的流行色趋势和时尚。与此同时,加工者对于每种制品,可自由选择最合适的塑料品级作为原材料。而对于性能类似的塑料来说,经常有不同的价格。

自行着色(Self-Coloration)的优缺点如下。

① 缺点

- 需要附加设备,例如,计量装置、预混装置、颜色检测等
- 螺杆混合齿型复杂
- 对操作工的培训严格
- 对质量保证的要求更高

② 优点

- 缩短本色塑料的输送周期
- 存储费用低
- 用容器或散装形式提供本色塑料的供应和存储
- 着色制剂的废料量小
- 配色中具有高度的灵活性
- 着色制剂的制造者对新型着色制剂的提供和服务更加快捷
- 生产过程中,可在加工机械上方便快速地更改颜色
- 对价格增长的反应更快

考虑自行着色的所有优点,对消费品的制备采用标准程序就不足为怪。要想实施自行着色,必须有着色制剂可用,它们是由世界上许多着色制剂的制造商提供的。为了根据所需要的颜色、着色制品的加工行为和性质,配制出最受欢迎的着色制剂,必须考虑所有不同的参数,包括详细列出的由消费者提出的特殊要求。着色制剂的复杂性将在以下各章加以论述。

第 3 章 对着色制剂的要求

设计着色制剂的第一步是确定所需的颜色。为了达到这一目的，可以使用不同的国际通用色彩系统，例如潘通卡（Pantone）、HSK 或 RAL(德国)等。一片涂漆的金属，一块彩色的塑料，或者只是一张彩印纸都可作为配色样本。最极端的情况是根据从杂志、产品目录或报纸上剪下的一小片纸来配色。经验表明，这往往比凭想像配色更为常用。

如果可以用分光光度计测量颜色，配色者可将这个信息与计算机数据相结合，得到一种“指导配方”。这个配方必须适应客户的所有特殊要求，当然也包括了塑料制品的完美着色。如果不能用分光光度计测量颜色，配色者就要从头开始他的配色工作。

下一步是要创建一个精确的彩色配方，并付诸实施，然后用注射成型法生产一个样本，最后比较样品与样本的色调。有时，这一步要根据需要多次重复直至配色成功。如果样品精确地配成了样本的颜色，就会生产较多的样品与报价单一起送交客户并请求验收。与此同时，该配方被转换为“档案配方”留存（见图 3-1）。

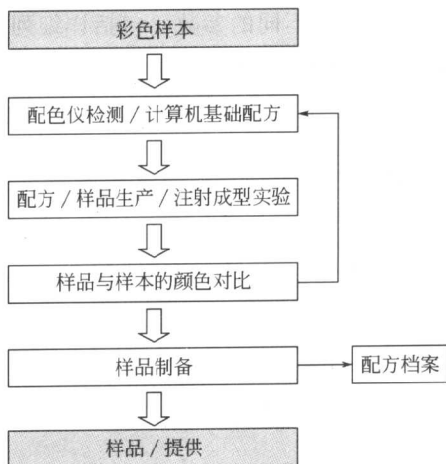


图 3-1 一般配色程序

初步看来,调制一个与样本匹配得非常精确的彩色配方是相当容易的。其实,并不像看上去那样简单,尤其当彩色样本只是一片彩印纸或一片涂漆金属时,情况更是如此。一方面,印刷油墨中着色剂的含量非常高,塑料中不可能使用这么高的浓度;另一方面,由于在塑料中的热稳定性较差,许多可用于印刷油墨的着色剂不能应用于塑料。此外,印刷油墨的载体是无色透明的,而塑料则多少带有一些本体色调的透明色。金属片的行为基本上与彩印纸相似。在这种情况下,惟有着色剂供应商与客户之间的对话才是解决问题的方法,要100%地配成样本的颜色更是绝对不可能实现的,配色者只能配到近似于样本的颜色。另一个问题来源于彩色样本的表面结构。在这种情况下,配色者拥有的模具至少应该与生产彩色样本的模具表面结构相似。反之,就会导致配色失败。

图3-1所示的配色程序中,并不能明显地看出配方要考虑哪些因素。最重要的几点如下:

- ① 所需要的着色制剂的种类;
- ② 被着色塑料的种类;
- ③ 加工参数;
- ④ 着色剂浓度;
- ⑤ 着色剂选择(种类、化学稳定性和热稳定性、耐光牢度/耐候性、收缩性/耐迁移性);
- ⑥ 添加剂/填料/稳定剂;
- ⑦ 法律要求;
- ⑧ 客户特殊要求。

上面几条论述了着色制剂的复杂性。万一客户有特殊要求,就不可避免地要与客户进行对话。因为通常可能并没有将这些要求充分地描述清楚,和/或由于某些要求之间是相互排斥的,所以难以同时满足所有的要求。

3.1 化学稳定性

起初,我们并没有充分认识到化学稳定性的重要。但是,当我们看到塑料制品在日常应用中要满足各种各样的要求时,就会意识到化学稳定性的重要。用途不同对塑料提出了多种多样的要求,有时这些用途非常特殊。由于要求太多,所以着色剂供应商不可能对每一种用途都进行检测。

与国际标准一致,着色剂的供应商要检测颜料的耐酸(HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3)性、耐碱(NaOH 、 Na_2CO_3)性以及染料的耐过氧化物性。这三项试验覆盖了较广泛的应用领域。在塑料容器、瓶、箱、薄膜等领域,这是很常见



的。因许多需要包装的制品具有弱酸性或弱碱性。耐过氧化物试验有双重重要性。首先, 不饱和聚酯是以过氧化物作为催化剂进行聚合的; 其次, 许多用于清洁织物的家用洗涤剂也含有过氧化物。

化学稳定性是指至少含有塑料和着色剂这两种物质的整个系统的性质。由于塑料的种类和品级很多, 而可供选择的着色剂也非常多, 因此不可能对每一种可能的组合都测定其化学稳定性。着色剂制造商的实验数据与所期望的指标相比是无关紧要的。在实际应用中, 不可避免的要进行存储试验, 特别是在包装领域。如果期望有色塑料容器与被包装物在存储期间不发生相互间的反应, 就必须进行试验检测。

着色剂的热稳定性试验是与化学稳定性试验相关的, 典型的例子是聚酰胺(PA)。几种着色剂尽管在用于其他品种的聚合物时能经受更高的温度, 却不能在聚酰胺中使用。着色剂在聚酰胺中不稳定的原因是 PA 熔融时存在的还原作用。在这种情况下, 使用限制不仅是热稳定性的问题, 而且还是在 PA 的熔融温度下着色剂的热稳定性与化学稳定性结合的问题。下面的例子给出了化学稳定性易变性方面的概念。

(1) 包装 许多商品需要用彩色塑料进行包装。例如, 药品、食物、香水、家用洗涤剂、化学药品等, 这些物质数不胜数。在这些情况下, 必须进行存储稳定性检测。由于可能的相互反应太多, 所以难以进行预测。一种可能性是包装材料(塑料/着色剂/添加剂)和被包装物之间的化学反应; 另一种相互间的反应是迁移, 这是由于被包装物组分中的溶剂可能会溶解包装材料中的着色剂和/或添加剂。

(2) 密封垫 用酞菁蓝着色的 PE 密封垫可用于盛硫酸的容器。在这种用途中着色并无实际功能, 它仅仅是用来更为容易地检测密封垫的存在。由于硫酸与酞菁蓝之间的化学作用, 密封垫会失去颜色。如果用无机蓝色颜料替换有机蓝色颜料, 问题就迎刃而解了。

(3) 电池容器 这类容器基本用于酸性电池的包装。它们可以有不同的颜色, 主要是黑色、灰色和黄色。

(4) 瓶状容器 对于瓶状容器来说, 不仅要求着色剂耐光牢度和耐候性好, 而且要有良好的耐碱性洗涤剂作用。因为对于瓶状容器来说, 灌装之前通常要进行清洗、回收和再装(如啤酒厂)。

(5) 纺织工业 在水洗或干洗过程中, 着色织物不能褪色。对于水洗, 着色剂应该有抵抗漂白剂的作用, 漂白剂的主体成分是过氧化物。对于干洗, 着色剂应该具有耐溶剂性能。

(6) 汽车工业 在汽车工业中塑料材料的使用是逐年增加的。例如, 许多汽车部件是使用塑料制造的。这些部件在较高的温度下必须能够耐燃油、润滑